

# LES MODELES COGNITIVO-ENERGETIQUES

Cours DEA  
D. Delignières

## 1. Effort, activation et performance.

Les théories les plus récentes relatives au stress ou à la charge de travail s'appuient sur des modèles cherchant à décrire les interactions entre processus cognitifs et processus énergétiques. Selon ces modèles, le rôle des processus cognitifs est d'assurer la transformation de l'information sensorielle en réponse comportementale grâce à un ensemble d'opérations formelles et logiques. Les processus énergétiques régulent l'état de l'organisme et influencent indirectement le traitement de l'information (Gaillard, 1993).

L'énergétique, dans le cadre du traitement de l'information, renvoie de manière générique à un ensemble de concepts utilisés pour décrire l'état de l'organisme (éveil, vigilance, activation, fatigue, etc....).

### 1.1. Le modèle de Kahneman.

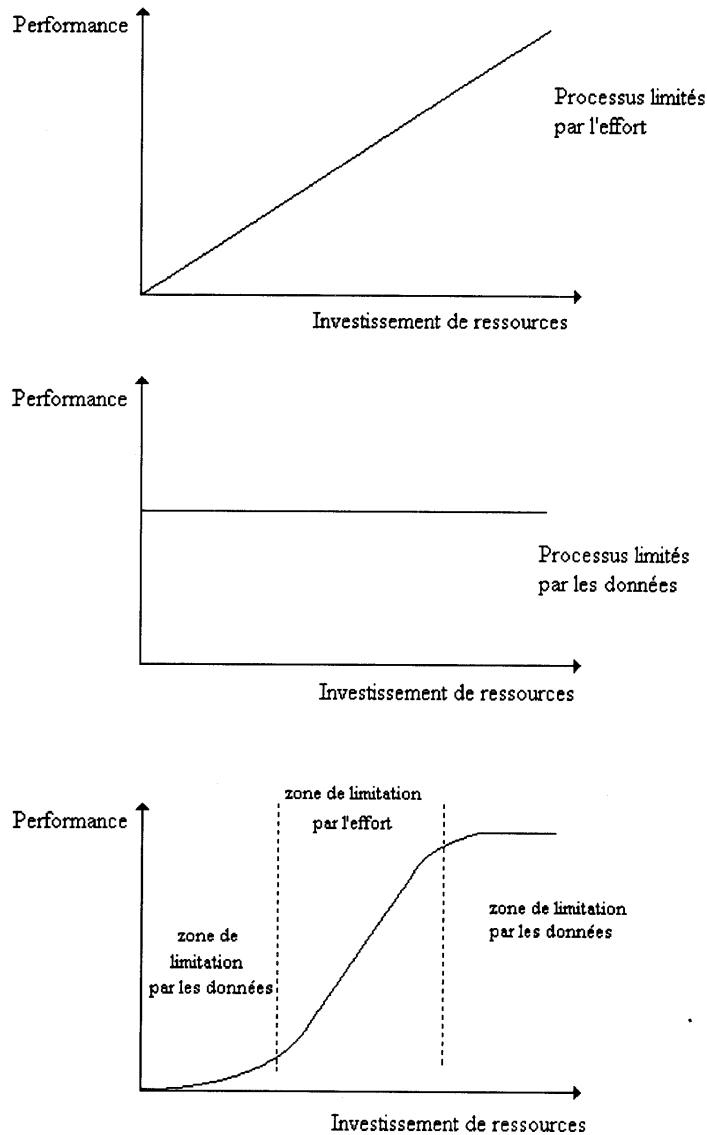
Le premier modèle psychologique intégrant la notion d'effort a été proposé par Kahneman (1973). L'auteur identifie l'effort avec la **composante intensive et volontaire** de l'attention. **L'effort se distingue ainsi de l'activation**, qui correspond à un état d'excitation subi, déterminé notamment par les propriétés de la situation (complexité, nouveauté, incongruité,...) à laquelle est confronté le sujet (Berlyne, 1960).

La plupart des modèles structuraux du traitement de l'information (c'est-à-dire les modèles postulant que le traitement est réalisé par une série de structures spécialisées organisées en série) expliquent la limitation de la capacité du système par l'existence de goulots d'étranglement (*bottlenecks*) au niveau desquels le système ne peut traiter qu'un nombre limité d'éléments de manière simultanée. Selon Kahneman, ces modèles ignorent l'aspect intensif du traitement, mis en évidence par l'augmentation du niveau d'activation quand augmente la difficulté de la tâche.

Le modèle proposé par Kahneman se réfère aux théories de la capacité, supposant que le système possède une capacité limitée, mais dispose par ailleurs d'une grande liberté pour distribuer cette capacité à diverses activités concurrentes. La notion d'effort renvoie à un potentiel énergétique, activant les structures de traitement et contrôlant leur fonctionnement. **Une structure cognitive a besoin pour fonctionner d'*input* informationnels spécifiques, et d'autre part d'*input* énergétique**, appelé effort, capacité ou attention.

Toutes les opérations de traitement ne nécessitent pas cet investissement d'effort. Notamment les étapes sensorielles du traitement de l'information seraient indépendants des ressources. Mais plus on se rapproche des aspects décisionnels et d'exécution de la réponse, plus la dépendance vis-à-vis de l'effort est importante.

Divers auteurs ont également suggéré une sensibilité différentielle des processus à l'effort. Ainsi Norman et Bobrow (1975) distinguent les processus limités par les ressources et les processus limités par les données (**Figure 1**).



*Figure 1 : Limitation par les ressources et limitation par les données (d'après Norman et Bobrow, 1975)*

Les processus de traitement sont limités par les ressources lorsque l'accroissement de l'allocation de ressources débouche sur une amélioration de la performance. Par contre, on parle de processus limités par les données lorsque la performance est indépendante de l'allocation de ressources.

Dans le cas d'un processus limité par les données, la relation entre allocation de ressources et performance sera donc une fonction positive monotone, alors que pour un processus limité par les données, le niveau de performance ne sera pas modifié par un investissement de ressources supplémentaire et la relation pourra être représentée par une

ligne horizontale. D'une manière générale, la plupart des processus présentent des caractéristiques de limitation par les ressources, jusqu'à un point où l'investissement supplémentaire de ressources ne débouche plus sur une amélioration de la performance. Le processus devient alors limité par les données. La fonction ressources-performance peut alors être décomposée en régions de limitation par les ressources ou de limitation par les données.

On peut évoquer également la distinction introduite par Schiffrin et Schneider (1977), entre **processus automatiques et contrôlés**. Les processus contrôlés sont dépendants des ressources disponibles, alors que les processus automatiques ne le sont pas.

## 1.2. Activation et performance.

On a vu que Kahneman distinguait effort et activation. La notion d'activation désigne classiquement le **degré d'activité de l'organisme**, selon un continuum qui irait du sommeil à la veille, puis à la veille attentive et au stress. L'activation représente la dimension intensive, énergétique du comportement, et a intéressé très tôt les chercheurs dans son influence sur l'efficacité des processus perceptifs, cognitifs ou moteurs.

On l'évalue au travers d'indicateurs tels que la fréquence cardiaque, le rythme respiratoire, la tension musculaire, la conductance de la peau ou autres réactions végétatives (accélération du rythme cardiaque, souffle court, mains moites, tensions musculaires, point à l'estomac, sueurs froides, etc..).

L'activation a beaucoup intéressé les psychologues dans ses relations à la performance: selon la loi de Yerkes et Dodson (1908), activation et performance sont reliées par une courbe à optimum (**Figure 2**). Dans un premier temps, l'activation permet une amélioration du niveau de performance, mais au-delà d'un optimum, cette dernière tend à se détériorer. Cette hypothèse a reçu certaines validations expérimentales (Sjöberg, 1968; Davey, 1971; Salmela & NDoyle, 1986; **Figure 3**).

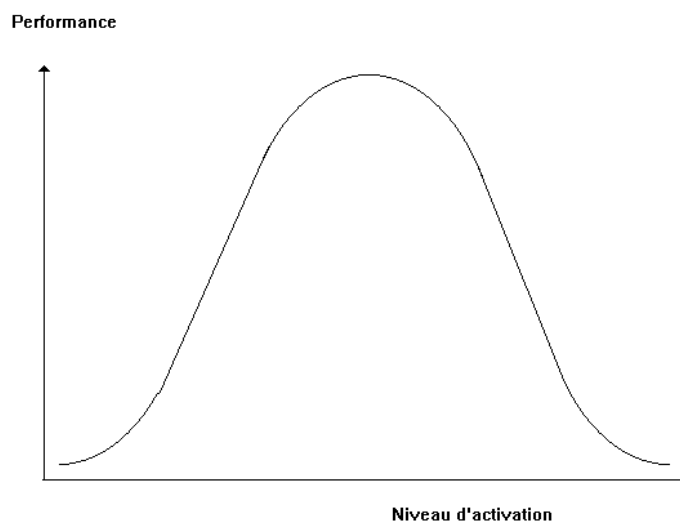


Figure 2 : Relation activation-performance (d'après Yerkes & Dodson, 1908)

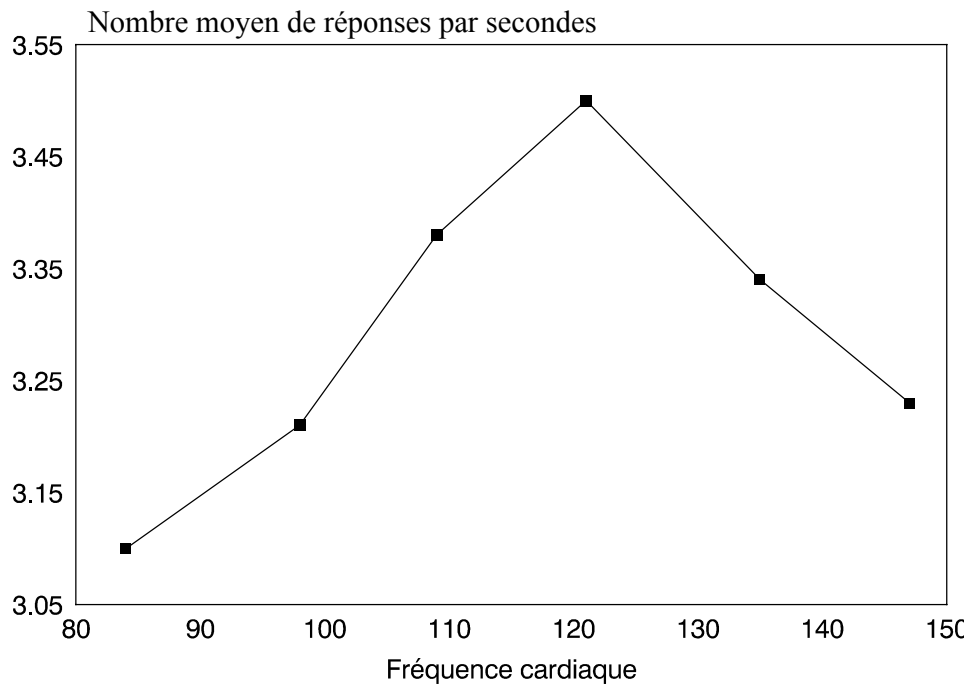


Figure 3 : Influence du niveau d'activation induit par un exercice sur le temps de réaction. Relation fréquence cardiaque/nombre moyen de réponses par secondes (d'après Sjöberg, 1968).

Diverses hypothèses ont été avancées pour expliquer cette relation. Easterbrook (1959) suggère que les effets de l'activation sur la performance sont dus à une altération de l'attention sélective. L'hypothèse est celle d'un rétrécissement du champ attentionnel avec l'élévation de l'activation: cette dernière diminuerait l'étendue des signaux que le sujet peut traiter. Au début, l'élévation de l'éveil entraîne une focalisation sur les stimuli pertinents, et la performance s'améliore. Puis on arriverait à un "effet de tunnel", qui éliminerait également les stimuli pertinents. En situation de stress, le sujet ne traiterait plus que les signaux centraux (**Figure, 4**).

Une autre hypothèse envisagée par plusieurs auteurs fait découler cette relation de la conjonction de deux phénomènes: l'élévation de l'activation entraîne d'une part un accroissement monotone de la quantité de ressources disponibles, et d'autre part une augmentation de la quantité de signaux internes, non pertinents, susceptibles de distraire le sujet de la tâche. De l'intégration de ces deux tendances opposées dériverait la relation en U-inversé entre activation et performance (Näätänen, 1973, **Figure, 5**).

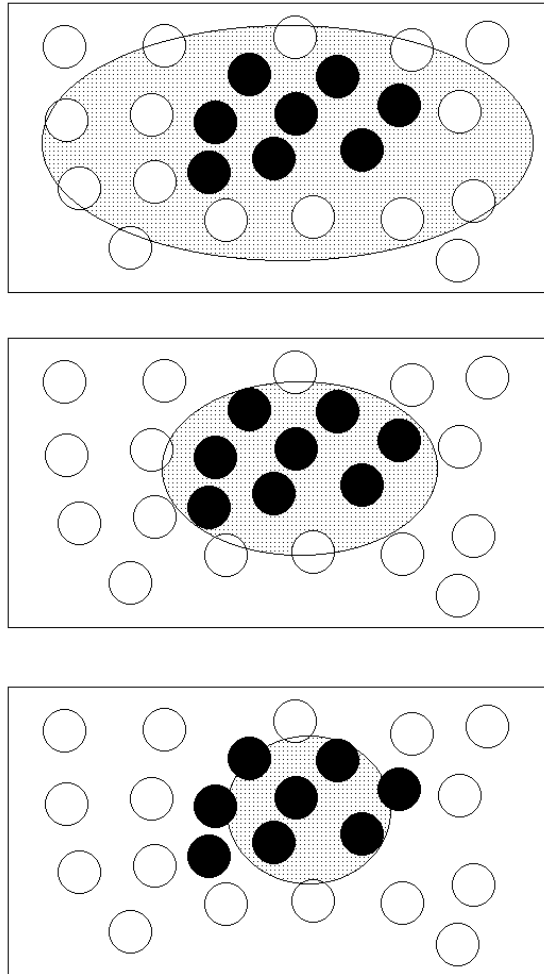


Figure 4 : Théorie d'Easterbrook (1959): l'élévation de l'activation entraîne un rétrécissement du champ attentionnel.

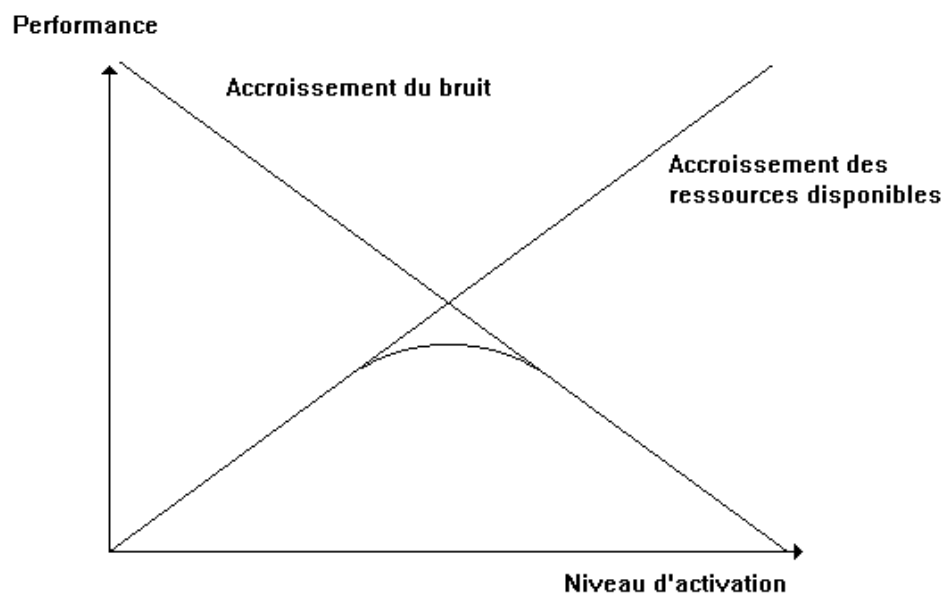
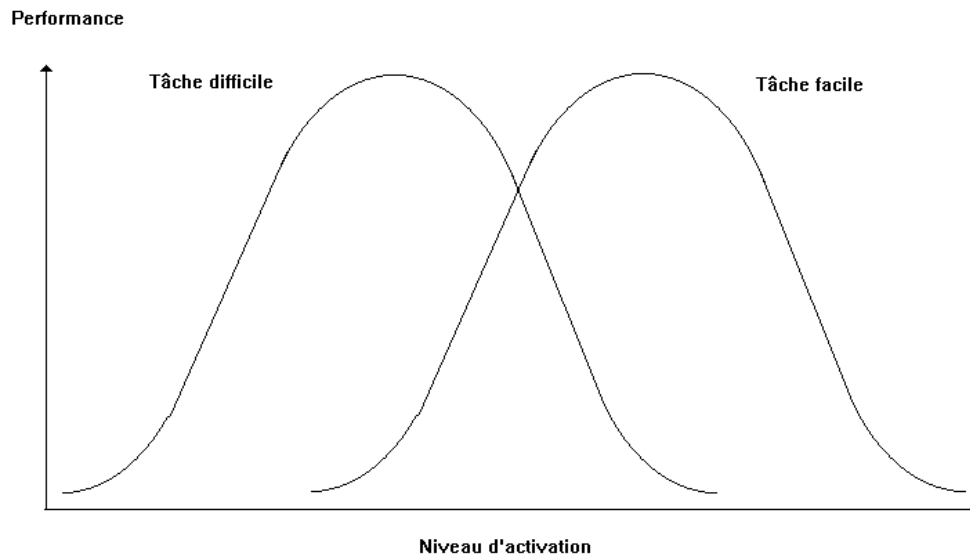


Figure 5 : Relation activation-performance: influence de la quantité de ressources disponibles et de l'accroissement du bruit de fond (d'après Näätänen, 1973).

Yerkes et Dodson supposent en outre que la position de l'optimum, sur le continuum d'activation, dépend de la difficulté de la tâche à réaliser: plus la tâche est difficile, plus l'optimum d'activation est bas situé (**Figure, 6**).



*Figure 6 : Influence de la difficulté de la tâche sur la relation activation-performance*

Oxendine (1970) adopte ce cadre théorique afin de réfléchir sur les relations entre activation et performance dans les activités sportives. Sa démarche est basée sur trois propositions:

- Un niveau d'activation légèrement supérieur à la moyenne est préférable à un niveau normal ou subnormal (ceci découle de la loi du U-inversé);
- Un haut niveau d'activation est essentiel pour les activités globales, sollicitant rapidité, endurance et force;
- Un haut niveau d'activation est néfaste pour les habiletés complexes, nécessitant des mouvements musculaires fins, de la coordination, de la concentration, de l'équilibre.

Ces propositions permettent à Oxendine de proposer une classification des habiletés, en fonction du niveau optimal d'activation (**Figure 7**). On retrouve une démarche similaire chez Landers et Boutcher (1986).

NIVEAU OPTIMUM D'ACTIVATION	ACTIVITE SPORTIVE
#5 (très activé)	Football américain (bloqueur) Haltérophilie Sprint
#4	Natation (vitesse) Lancer du poids Judo et lutte
#3	Basket-ball Boxe Saut en hauteur Gymnastique Football
#2	Baseball (lanceur et frappeur) Plongeon acrobatique Escrime Tennis
#1	Bowling Tir à l'arc Basket-ball (lancer franc) Golf
#0 (état normal)	

*Figure 7 : Classification des activités sportives en fonction du niveau optimal d'activation requis (d'après Oxendine, 1970).*

Cette modélisation demeure empirique. Néanmoins, elle suppose qu'un des aspects de l'habileté, en sport, consiste en la capacité à ajuster son niveau d'activation au niveau optimal. Cette assertion apparaît globalement pertinente: par exemple, Boutcher et Zinsser (1990) montrent que des golfeurs de haut-niveau présentent une décélération cardiaque systématique au moment de tenter un coup particulièrement précis. A l'inverse, certaines pratiques d'échauffement ou de préparation mentale avant une compétition visent sans conteste à l'instauration d'un niveau d'activation jugé optimum pour la réalisation de performances du meilleur niveau.

### **1.3. Le modèle de Gaillard.**

Gaillard (1993) propose un modèle cognitivo-énergétique, dont le principe fondamental est la régulation de l'état énergétique de l'organisme (**Figure 8**). L'état énergétique est pour l'auteur un concept multidimensionnel, dans le sens où il est déterminé

par plusieurs mécanismes parallèles. A chaque tâche correspond un état optimal, au niveau duquel les processus se réalisent de la manière la plus efficiente.

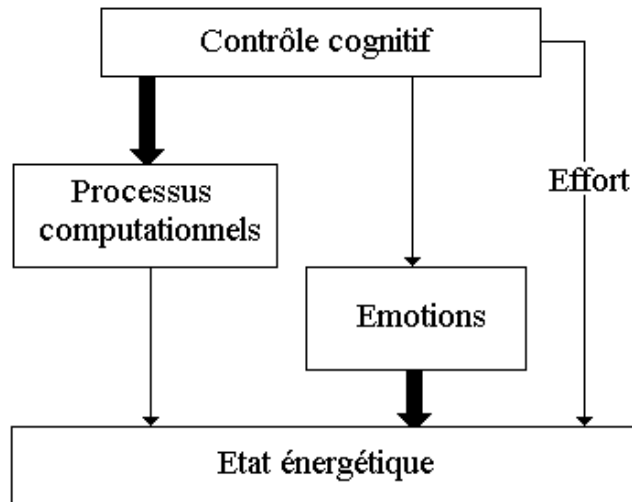


Figure 8 : Les trois niveaux de traitement influençant la régulation de l'état énergétique (d'après Gaillard, 1993).

En outre plus la tâche est difficile, plus la frange optimale est étroite, et plus l'efficiency est sensible aux déviations du niveau d'activation. Tout écart à cet état optimal peut être compensé par l'effort, c'est-à-dire la mobilisation volontaire d'énergie supplémentaire. L'auteur met l'accent sur la déviation par rapport à un état énergétique optimal. Dans ce sens, Gaillard est très proche de l'hypothèse classique du U-inversé.

La régulation de l'état énergétique est influencée par trois niveaux de traitement: le contrôle cognitif, les processus computationnels, et les émotions.

Le **contrôle cognitif** est une instance de haut niveau assurant la gestion volontaire et consciente des processus. Une telle instance est supposée dans la plupart des modèles cognitivo-énergétiques (Kahneman, 1973; Sanders, 1983). Renseignée de manière extrinsèque (connaissance des résultats) ou intrinsèque, elle permet d'ajuster le traitement computationnel (adaptation des stratégies de traitement, modification des critères d'erreur), et est susceptible de réguler directement l'état énergétique par l'effort.

L'influence des processus computationnels et des émotions sur l'état énergétique est de nature automatique et de ce fait échappe au contrôle volontaire. L'influence des processus computationnels tend à ajuster l'activation au niveau optimal. Les émotions ont une influence plus brutale et sont susceptibles d'altérer gravement l'état énergétique de l'organisme. En outre le traitement affectif de l'information génère des signaux non pertinents distrayant l'attention du sujet.

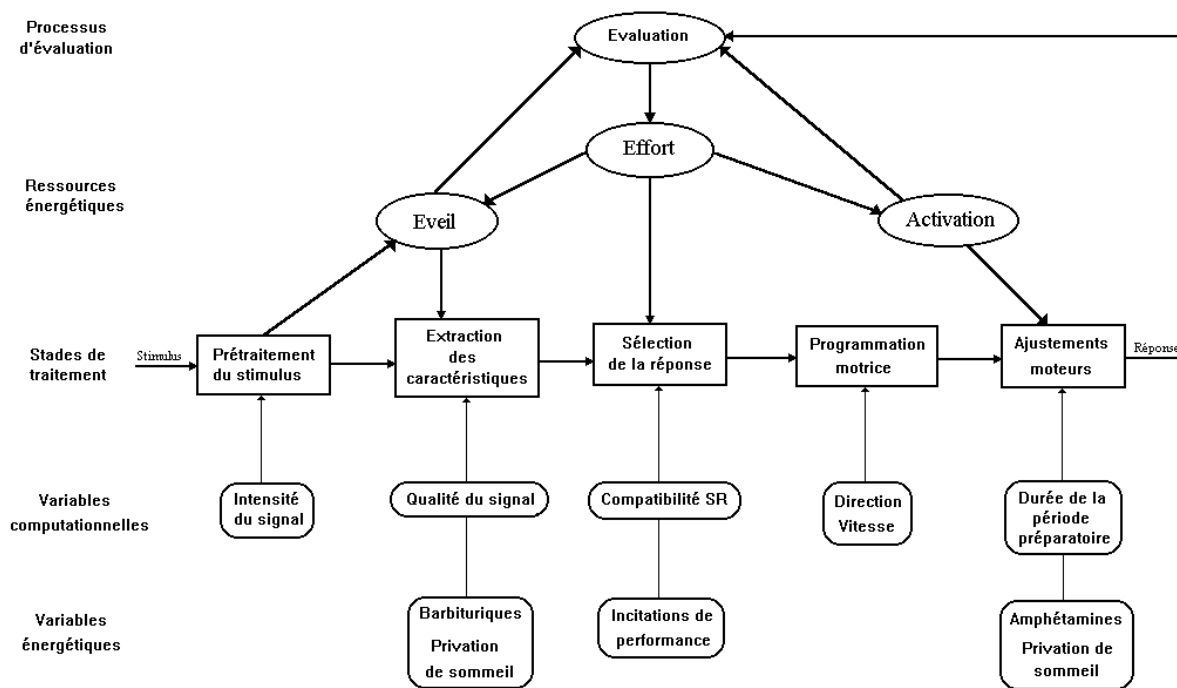
Ce modèle récent illustre clairement les concepts de base des modèles cognitivo-énergétiques, et notamment la dissociation entre un niveau basal, physiologique et subi, et un niveau plus cognitif, sous le contrôle relatif du sujet.

## 1.4. Le modèle de Sanders.

Les propositions de Sanders (1983) s'inscrivent dans le cadre des modèles linéaires du traitement de l'information. Selon ces modèles, le traitement de l'information est réalisé selon une succession de stades, permettant le passage du stimulus à la réponse.

L'identification de ces stades a été réalisée selon les principes de la méthode des facteurs additifs, proposée par Sternberg (1969). Cette méthode est basée sur l'analyse des effets mutuels de certaines variables expérimentales (par exemple, la qualité du signal, la compatibilité de la réponse, ou la durée de la période préparatoire), dans des tâches de temps de réaction de choix. Si l'on obtient un effet d'additivité entre deux variables (c'est-à-dire que leurs effets sont indépendants), on en conclut que ces deux variables affectent chacune des stades différents. Par contre si l'on obtient un effet d'interaction (c'est-à-dire que l'effet d'une variable est lié à l'effet de l'autre), on suppose que ces deux variables affectent au moins un stade en commun.

La méthode des facteurs additifs a permis la mise en évidence d'un certain nombre de stades de traitement, affectés sélectivement par une certaines variables. Dans une formulation simplifiée du modèle, Sanders (1983) retient quatre stades de traitement (**Figure 9**):



Modèle cognitivo-énergétique du traitement de l'information  
D'après Sanders [1983]

- un stade de prétraitement, affecté par l'intensité du stimulus,
- un stade d'extraction des caractéristiques, affecté par la qualité du signal,
- un stade de sélection de la réponse, affecté par la compatibilité du signal,

- un stade d'ajustement moteur, affecté par l'incertitude temporelle.

Les variables citées présentent toutes entre elles des effets d'additivité.

Ces variables, que l'on peut qualifier de "computationnelles", modifient la difficulté de la tâche et affectent directement les étapes de traitement de l'information. D'autres variables, davantage liées au contexte (Delignières, 1993a) qu'à la tâche stricto-sensu, sont supposées affecter en premier lieu l'état énergétique du sujet. Parmi ces variables "énergétiques", on peut citer certaines drogues (caféine, barbituriques, amphétamines), la privation de sommeil, le temps passé sur la tâche, l'heure du jour, la connaissance des résultats, etc...

L'effet de ces variables énergétiques sur le temps de réaction a été étudié par certains auteurs selon la méthode des facteurs additifs. Ces travaux ont montré que les effets étaient sélectifs, c'est-à-dire que l'effet d'une variable donnée ne se répercute pas sur l'ensemble des étapes de traitement, mais sélectivement sur une ou deux d'entre elles.

Frowein (1981a) montre que l'effet de l'absorption d'**amphétamines** interagit avec l'incertitude temporelle, mais est additif avec des variables liées aux étapes perceptives du traitement de l'information. Les amphétamines en outre améliorent le temps moteur. Par contre, Frowein montre que les **barbituriques** interagissent avec la qualité du signal, mais pas avec les autres variables computationnelles, et n'ont aucun effet sur le temps moteur. Ces résultats suggèrent donc que les amphétamines affectent sélectivement les étapes tardives du traitement de l'information, liées à l'organisation et à l'exécution de la réponse, alors que les barbituriques affectent les processus liés à l'identification du stimulus.

Sanders, Wijnen et van Arkel (1982) montrent que l'effet de la privation de sommeil est interactif avec celui de la qualité du signal, mais additif avec ceux de l'intensité du signal et de la compatibilité de la réponse. Frowein (1981b) obtient pour sa part un effet d'interaction entre privation de sommeil et incertitude temporelle. La privation de sommeil affecterait donc de manière sélective les étapes d'identification du stimulus et d'ajustement moteur, mais serait sans effet sur l'étape de pré-traitement et sur l'étape de sélection de la réponse.

Si l'on conserve l'hypothèse selon laquelle ces variables de contexte n'affectent pas directement les processus de traitement, mais agissent sur l'état énergétique du sujet, une conception unidimensionnelle de ce versant énergétique ne peut plus être soutenue. Chaque stade de traitement semble être sous la dépendance d'un réservoir d'énergie spécifique, sensible à certaines variables de contexte.

On peut noter à ce niveau que l'on ne s'attend pas nécessairement à trouver un effet d'interaction entre variable computationnelle et énergétique au niveau des TR moyens. Selon Sanders, une variable énergétique affecte davantage la forme de la distribution que la position de sa moyenne. On s'attend donc plutôt à trouver un effet sur le troisième quartile, rendant compte de la partie haute de la distribution. On peut supposer que d'autres indices peuvent être soumis à analyse, notamment les coefficients de skewness. Cet effet sur la distribution, ainsi que la sensibilité des variables à la motivation, constitue pour Sanders l'indice que l'on est en présence d'une variable énergétique.

Sanders (1983) propose un modèle cognitivo-énergétique tendant de rendre compte de ces résultats expérimentaux. Dans la logique des modèles basés sur le concept de ressource, Sanders admet que la rapidité de traitement dépend simultanément de la quantité

d'information à traiter, et de l'état énergétique du sujet. Selon l'auteur, les différentes étapes du traitement de l'information sont liées de manière sélective à trois types de réservoirs énergétiques, ou **ressources**.

Le stade d'identification du signal serait sous la dépendance d'un premier mécanisme, l'éveil (*arousal*). On peut noter à ce niveau que le stade de pré-traitement solliciterait avant tout des processus automatiques, et ne serait donc pas dépendant d'un quelconque réservoir de ressource. Par contre la surcharge de ce stade (notamment par l'intensité du signal) entraîne une élévation du niveau d'éveil. Le stade des ajustements moteurs serait lié à un second mécanisme énergétique dénommé activation. Un troisième mécanisme, dénommé effort, serait d'une part responsable de l'harmonisation des niveaux d'éveil et d'activation, et d'autre part aurait une influence directe sur le stade de sélection de la réponse.

A ce niveau Sanders reprend un modèle élaboré quelques années auparavant par deux neurophysiologistes, Priam et McGuiness (1975), qui distinguent trois systèmes responsables du contrôle de l'attention et en identifient les localisations neuroanatomiques.

Enfin le modèle de Sanders comprend un mécanisme d'évaluation, permettant de juger du fonctionnement adéquat de l'éveil et de l'activation.

Ce modèle de Sanders a récemment suscité un certain intérêt dans le domaine des STAPS. On peut citer un certain nombre de travaux:

LaRue (1993) a étudié l'effet de la crainte de chocs électriques sur le système de ressources décrit par Sanders

Laplace, Audiffren et Alain (1993) obtiennent un effet d'interaction entre incitations de performance et compatibilité de la réponse, ce qui confirme la liaison entre effort et stade de sélection de la réponse.

Prioux (1994) met en évidence une interaction entre les incitations de performance et la vitesse requise, suggérant une influence de l'effort sur le stade de chargement du programme.

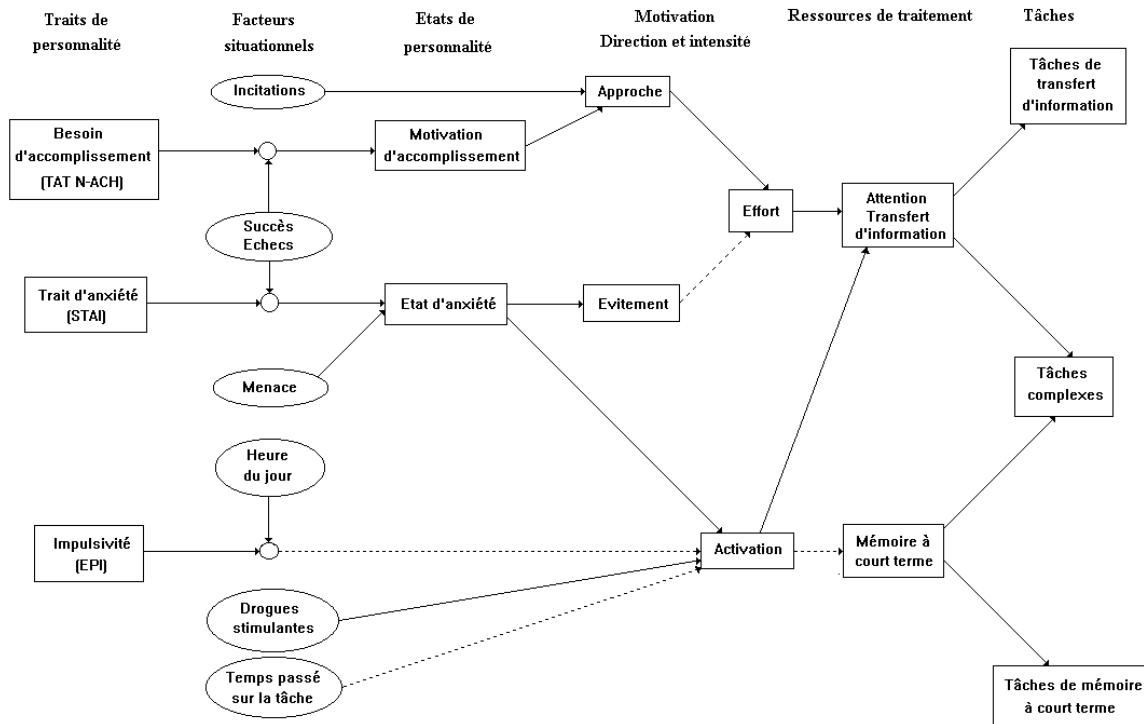
Arcellin, Delignières et Brisswalter (1996) montrent une interaction sur le troisième quartile entre effort physique et durée de la période préparatoire. Aucune interaction n'est mise en évidence avec les variables qualité du signal et compatibilité. Ce résultat suggère une action spécifique sur le niveau d'activation du sujet, et indirecte sur le versant moteur du traitement de l'information.

Enfin un travail en cours (Marty & Delignières, 1996) met en évidence une interaction sur le troisième quartile entre apnée et compatibilité, suggérant une influence sur l'investissement d'effort.

Malgré sa forte cohérence, ce modèle pose de nombreux problèmes. Il est clair que dans sa conception la plus stricte, la logique des facteurs additifs suppose que l'allocation de ressources est invariante et maximale. Il est difficile de concilier cette méthode avec l'étude de variables qui amènent une variation de la capacité. LaRue (1993) évoque la circularité du raisonnement dans l'attribution des effets énergétiques.

## 1.5. Le modèle d'Humphreys et Revelle.

Fondamentalement, le modèle proposé par Humphreys et Revelle (1984) repose sur la distinction réalisée par les auteurs entre d'une part les processus de transfert d'information, et d'autre part les processus de mémoire à court terme (**Figure 10**).



Modèle conceptuel des effets de la personnalité, des facteurs situationnels, et des états motivationnels sur le traitement de l'information.  
D'après Humphreys & Revelle, 1984.

Les processus de transfert d'information concernent les tâches dans lesquelles les sujets doivent traiter un stimulus, y associer une réponse arbitraire, et exécuter la réponse. Ces tâches ne demandent pas de rétention significative d'information. On peut citer par exemple les tâches de temps de réaction, les tâches de vigilance, mais également les tâches de calcul simple ou de recherche de lettres. Les tâches de mémoire à court terme sont principalement caractérisées par la nécessité de conserver des informations en mémoire de travail, soit par répétition soit par rappel immédiat.

Des tâches aussi abstraites ne se retrouvent néanmoins guère en dehors des laboratoires. D'une manière générale les tâches complexes comportent simultanément des processus de transfert d'information et de mémoire à court terme, dans des proportions diverses.

Le modèle suppose ensuite l'existence de deux mécanismes énergétiques, susceptibles d'affecter l'efficacité de ces processus. Le premier, **l'effort**, renvoie à l'investissement volontaire sur la tâche, et plus spécifiquement à l'allocation de ressources. Le second mécanisme est **l'activation**, considéré par les auteurs comme unidimensionnel.

L'effort et l'activation améliorent tout deux les processus de transfert d'information. Par contre, l'élévation de l'activation semble affecter de manière monotone l'efficacité des processus de mémoire à court terme. En revanche, l'effort n'aurait aucune influence sur ces

processus. Les effets différenciés de l'activation sur les deux types de processus expliqueraient dans les tâches complexes la relation en U-inversé souvent décrite entre activation et performance.

Le modèle précise ensuite les variables situationnelles et les facteurs de personnalité susceptibles d'affecter ces mécanismes énergétiques. En ce qui concerne l'activation, les auteurs soulignent notamment le rôle de l'impulsivité et de l'anxiété, en temps que traits de personnalité déterminant un niveau d'activation de base, et le rôle modérateur de variables telles que l'heure du jour, les drogues, la privation de sommeil ou le temps passé sur la tâche.

Quant à l'effort, il est sensé être déterminé par des traits de personnalité tels que le besoin d'accomplissement et l'anxiété, et modulé par des variables comme les incitations de performance, la connaissance des résultats, les récompenses extrinsèques, etc...

Malgré leurs différences ponctuelles, ces modèles cognitivo-énergétiques convergent vers une définition opérationnelle du concept d'effort et de ses attributions. Deux fonctions majeures lui sont assignées: d'une part le contrôle direct de certains processus computationnels, et d'autre part la régulation de l'état énergétique de l'organisme.

De ce fait l'effort joue un rôle important:

(1) dans les état sous-optimaux, c'est-à-dire quand le niveau d'activation est trop faible, à cause par exemple de la monotonie de la tâche, de la fatigue ou du manque de sommeil,

(2) dans les états émotionnels, lorsque le niveau d'activation est trop élevé et que l'attention est distraites par un ensemble de signaux non pertinents,

(3) lorsque la tâche à réaliser est inconsistante, nécessitant le recours à un traitement contrôlé de l'information,

(4) dans les situations à tâches multiples, dans lesquels les ressources doivent être distribuées entre les tâches en concurrence (Gaillard, 1993).

## **2. La régulation de l'état énergétique.**

### **2.1. Difficulté et effort.**

Kukla (1972) propose un modèle permettant de rendre compte de la manière dont la difficulté estimée module l'effort consenti par le sujet. L'augmentation du niveau de difficulté estimé débouche sur un accroissement monotone de l'effort consenti. **(Figure 11)** Kukla postule en outre que la quantité d'effort est bornée par un maximum subjectif. Lorsque le niveau de difficulté estimé sera tel que le niveau minimum d'effort jugé nécessaire sera supérieur au niveau maximal envisageable, le théorie suppose alors que l'investissement du sujet retombera à zéro.

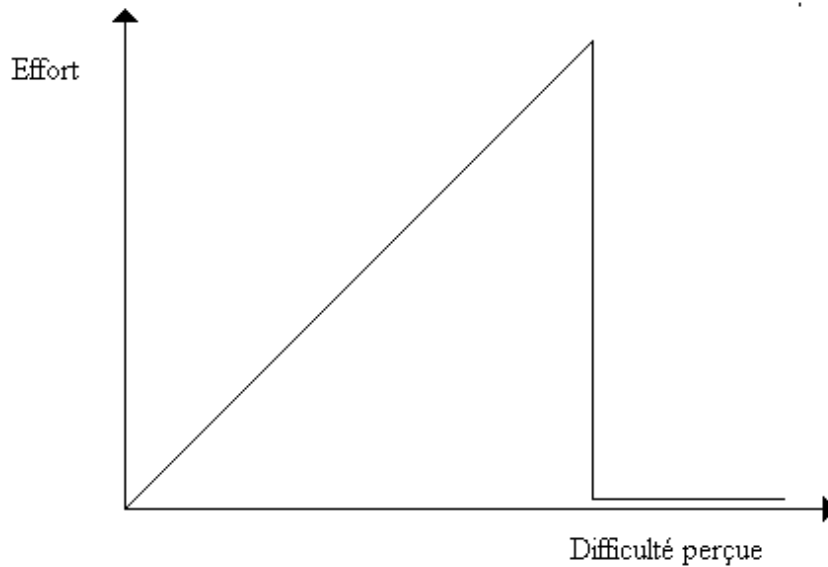


Figure 11 :Relation entre difficulté perçue et effort (d'après Kukla, 1972)

## 2.2. Incitations de performance et effort.

Les propositions de Kukla sont cohérente avec un ensemble de résultats obtenus sur l'effet des incitations de performance. Les incitations de performance renvoient à un ensemble de procédures destinées à accroître la motivation des sujets (performance-cible, connaissance des résultats, encouragements). Selon Bavelas et Lee (1978), les incitations de performance reposent principalement sur le passage de buts qualitatifs (par exemple, "faites de votre mieux") à des buts quantitatifs.

D'une manière générale, on montre que plus le but assigné est exigeant, plus la performance est bonne. Il faut ici clairement distinguer **difficulté de la tâche et difficulté du but** (Famose, 1993). La difficulté de la tâche renvoie aux caractéristiques objectives de la situation, c'est-à-dire un ensemble de contraintes qui vont affecter la marge de liberté d'action du sujet. La difficulté du but définit, pour un niveau de difficulté de la tâche donné, un standard de performance.

Par exemple, dans une tâche de temps de réaction, la difficulté de la tâche peut être représentée par le **nombre d'éventualités** auxquels le sujet est confronté: cette difficulté est mesurée en terme de quantité moyenne d'information à traiter à chaque essai (Hick, 1952). La difficulté du but peut correspondre à un **taux d'erreur** maximum accepté (la variable dépendante est alors la vitesse), ou encore à une **vitesse de réponse minimale** (la variable dépendante est alors le taux d'erreur).

Certaines expériences ont tenté de faire varier de manière indépendante ces deux dimensions (Campbell & Ilgen, 1976; Famose *et al.*, 1994). D'une manière générale, difficulté du but et difficulté de la tâche affectent toutes deux la performance, mais en sens inverse: **à difficulté de la tâche constante, les buts difficiles conduisent à une meilleure performance que les buts faciles. Par contre, à difficulté de but constante, la performance est moins élevée dans les tâches difficiles que dans les tâches faciles.**

Les interprétations avancées sont le plus souvent de nature motivationnelle: le but assigné de manière quantitative structurerait les intentions du sujet et régulerait l'intensité de la motivation.

Bavelas et Lee (1978) proposent de substituer une approche cognitiviste à l'approche classique motivationnelle. Dans une série d'expériences, ils montrent qu'en effet le niveau de performance est linéairement lié au niveau de but, du moins jusqu'à un certain niveau d'exigence au-delà duquel la relation tend à être asymptotique. Néanmoins cette amélioration ne concerne que le versant quantitatif de la performance: d'une manière générale **la qualité des réponses diminue avec l'élévation du niveau de but**. Selon les auteurs, les variations de performance liées au niveau de but rendraient compte d'un échange quantité-qualité (ou vitesse-précision dans les tâches perceptivo-motrices) (**Figure 12**).

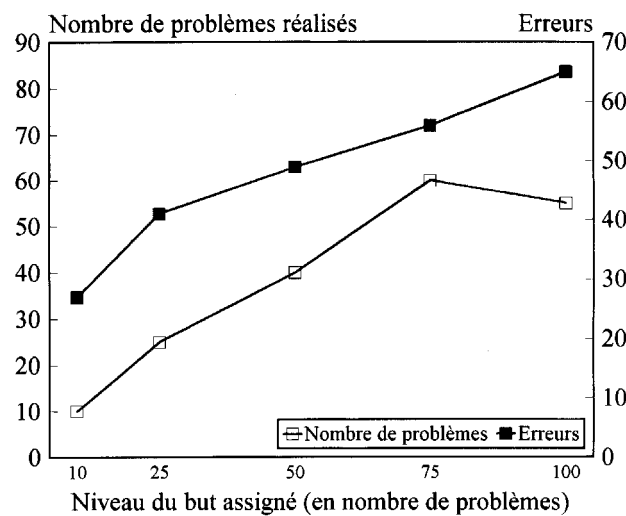


Figure 12 : Relation entre difficulté du but, performance et erreur dans des tâches d'estimation de calcul (d'après Bavelas & Lee, 1978).

Il ne s'agit pas pour les auteurs d'un mécanisme d'adaptation subi, mais d'une **démarche active de redéfinition des exigences** de la tâche: notamment les exigences qualitatives (précision, conformité à un modèle, etc...) seraient modulées en fonction des exigences quantitatives (rapidité, rendement,...). Enfin ce processus serait indépendant de la motivation: quel que soit le niveau de but assigné, les sujets seraient également motivés.

Cette théorie permet aux auteurs d'expliquer le fait que dans certaines tâches, les incitations de performance sont inefficaces. Si la qualité de la performance ne peut être évaluée que de manière **binaire** (comme par exemple le résultat d'une addition), un échange entre quantité et qualité ne peut plus avoir lieu sans altération profonde de la performance subjective. Le niveau de but assigné n'aura alors aucun effet, ni sur la rapidité, ni sur la précision des réponses.

Divers travaux ont cependant montré clairement que l'amélioration de performance liée à l'augmentation de la difficulté du but pouvait être obtenue **sans modification significative de la qualité des réponses** (par exemple sans échange vitesse/précision; i.e. Delignières, Brisswalter & Legros, 1994, **Figure 13**). L'affectation qualitative de la réponse ne paraît donc pas réellement essentielle et l'on peut supposer que l'investissement d'effort

peut, dans une certaine mesure, déboucher sur une amélioration sans équivoque de la performance.

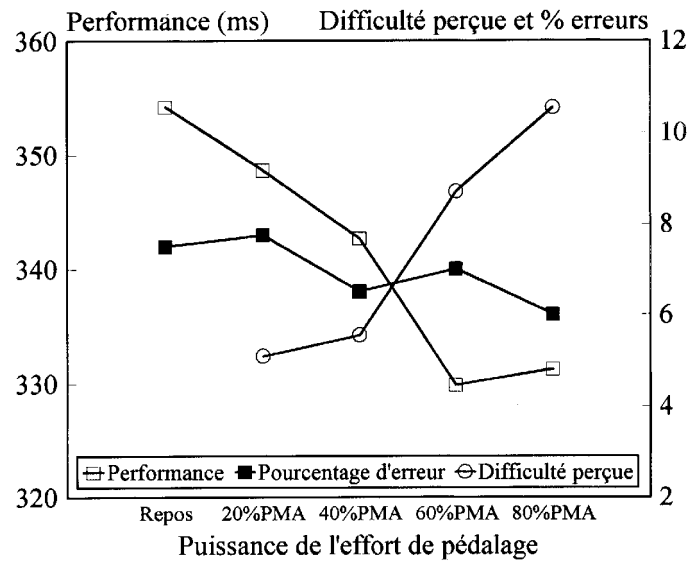


Figure 13 : Evolution de la performance, du pourcentage d'erreur, et de la difficulté perçue dans une tâche de temps de réaction à 4 éventualités, au repos et en fonction de l'intensité d'une tâche ajoutée de pédalage ( données d'après Delignières, Brisswalter & Legros, 1994 )

Selon Locke et Latham (1985), cette relation monotone entre difficulté du but et performance n'est valide qu'à condition que **le but assigné au sujet soit réaliste**. Cette hypothèse est conforme aux prédictions de Kukla (1972).

Cette hypothèse du nécessaire réalisme des buts a reçu un large écho dans le domaine de la psychologie du sport (Boterill, 1978, 1979; Gould, 1986; Harris & Harris, 1984).

Cependant certains travaux expérimentaux ont montré que des buts irréalistes, dépassant largement les possibilités des sujets, **ne débouchaient pas nécessairement sur une baisse de la motivation et de l'investissement d'effort** (Garland, 1983; Locke, 1982). Dans le domaine des activités physiques, Weinberg et ses collaborateurs, dans une série de travaux utilisant des tâches de redressement, de serrage de poignées dynamométriques ou de tir au basket, ont montré que l'assignation de buts irréalistes ne provoquaient pas de baisse de motivation, ni de détérioration de performance (Weinberg *et al.*, 1987; Weinberg *et al.*, 1990; Weinberg *et al.*, 1991; **Figure 14**). Ces travaux indiquent en outre que si les sujets confrontés aux buts irréalistes les considèrent effectivement comme très difficilement atteignables, ceci n'entraîne pas d'effet sur l'effort qu'ils envisagent d'investir.

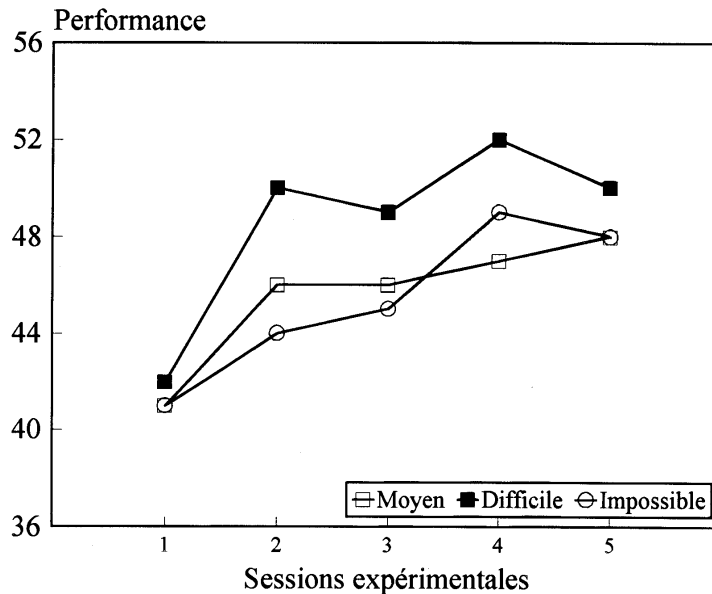


Figure 14 : Relation entre le niveau de difficulté du but et la performance au cours de 5 sessions de pratique, dans une tâche d'endurance musculaire (d'après Weinberg, Fowler, Jackson, Bagnall & Broya, 1991)

Diverses hypothèses ont été invoquées pour expliquer ces résultats. On a notamment invoqué la spécificité des activités sportives, qui seraient **intrinsèquement plus motivantes** pour les sujets, ce qui pourrait expliquer que les résultats classiquement mis en évidence dans le cadre du travail ne puissent pas toujours être répliqués dans des tâches motrices.

Par ailleurs rien ne prouve que les buts assignés soient réellement pris en compte par les sujets. Locke (1991) insiste sur le fait que **le sujet est mobilisé par ses propres buts, qui ne peuvent qu'être influencés par les buts qu'on lui assigne**. Il est donc possible que les sujets à qui l'on propose des buts irréalistes redéfinissent des buts plus acceptables, sauvegardant ainsi leur motivation et leur niveau de performance. On peut d'ailleurs tenir le même raisonnement pour les sujets auxquels on aurait proposé des buts trop faciles.

### 2.3. Effort consenti et difficulté perçue.

Les rapport entre difficulté perçue et effort consenti peuvent être résumés par cette citation de Heider (1958, p. 90): "Si je trouve que je peux réaliser quelque chose avec peu d'effort, j'aurais tendance à juger la tâche facile... Si cela me demande beaucoup d'application, alors je la jugerais difficile".

Un certain nombre de travaux suggèrent que la difficulté perçue constitue moins une évaluation du niveau d'exigence objective de la tâche, qu'une évaluation de la quantité d'effort que le sujet a jugé nécessaire d'y investir. On peut rappeler ici le résultat obtenu par Dornic et al. (1974), montrant que des sujets soumis à des contextes bruyants parviennent à maintenir un niveau stable de performance. Néanmoins ils estiment la tâche de plus en plus difficile. Ceci est interprété par les auteurs comme l'indice d'un investissement supplémentaire d'effort (Figure 15)

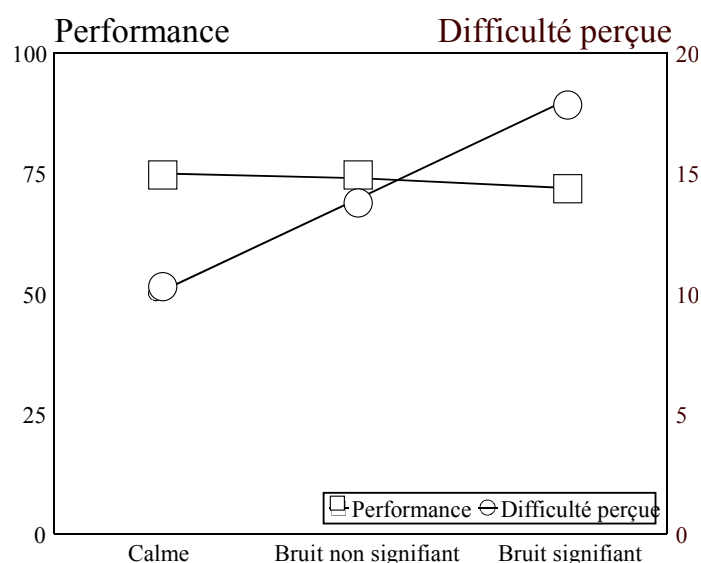


Figure 15 : Performance et difficulté perçue en fonction du contexte sonore (d'après Dornic, Sarnecki, Larsson & Svensson, 1974).

Delignières et Brisswalter (1994) demandent à des sujets experts en activités décisionnelles de réaliser une tâche de TR de choix à 4 éventualités simultanément à une tâche de pédalage. On observe que non seulement la tâche de pédalage n'interfère pas avec la tâche de TR, mais encore les sujets améliorent leurs performances sous effort, sans pour autant commettre davantage d'erreurs. On remarque également que les sujets trouvent la tâche d'autant plus difficile que leurs performances sont élevées.

## 2.4. Effort et différences interindividuelles.

### 2.4.1. Habileté perçue et effort.

Kukla (1972) énonce le postulat suivant: pour une tâche considérée par deux sujets comme également difficile, le sujet à haute habileté perçue jugera qu'un plus faible niveau d'effort lui est nécessaire pour réussir. (**Figure 16**) On s'attend donc à ce que les sujets à faible habileté perçue investissent plus tôt l'effort, mais également abandonnent plus précocement.

Wright *et al.* (1994) ont récemment apporté une nette confirmation de ces prédictions: ces auteurs ont confronté des sujets à haute et faible habileté spécifique perçue à des tâches de résolution de problèmes mathématiques. Trois niveaux de tâches sont utilisées: tâches faciles, tâches difficiles, et tâches extrêmement difficiles. On mesurait l'investissement des sujets par une mesure de la réponse cardio-vasculaire (**Figure 17**).

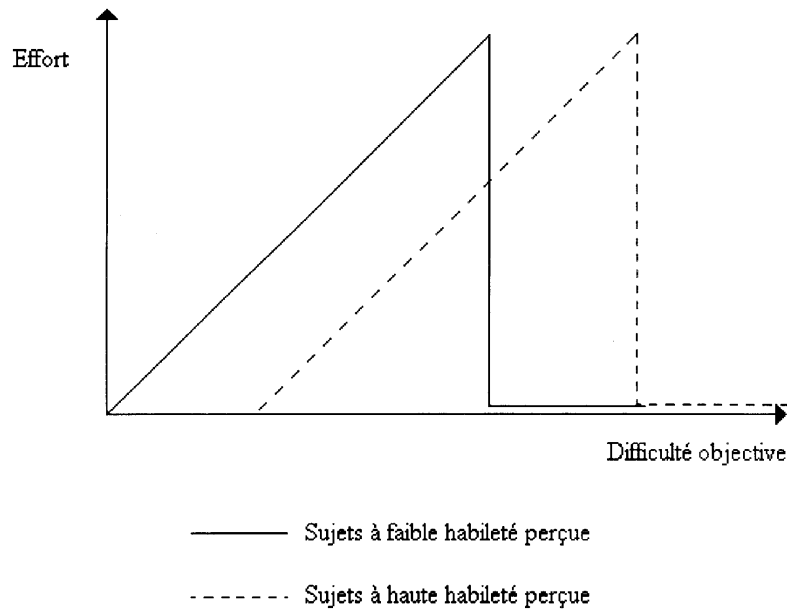


Figure 16 : Relation entre difficulté de la tâche et effort, en fonction du sentiment de compétence des sujets (d'après Kukla, 1972).

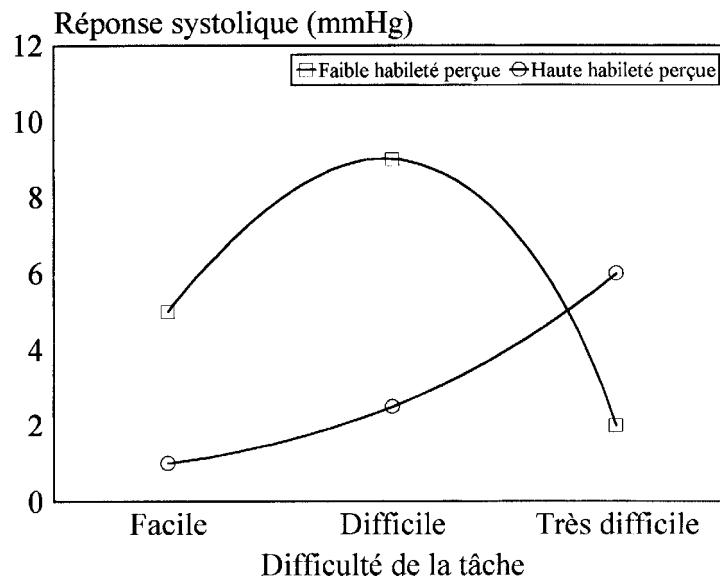


Figure 17 : Réponse cardio-vasculaire, en fonction de la difficulté de la tâche et de l'habileté perçue des sujets (données d'après Wright, Wadley, Pharr & Butler, 1994)

Les résultats indiquent que chez les sujets à faible habileté perçue, l'investissement d'effort est moyen pour les tâches faciles, important pour les tâches difficiles et faible pour les tâches extrêmement difficiles. Chez les sujets à haute habileté perçue, l'investissement est faible pour les tâches faciles et difficiles, mais important dans les tâches extrêmement difficiles.

## 2.4.2. Personnalité, activation et performance

Certaines hypothèses ont été avancées quant à l'influence de certains traits de personnalité sur la relation activation-performance. Selon Eysenck (1967) ou Dornic (1977, 1986), les sujets introvertis présentent de manière chronique des niveaux d'activation plus élevés que les extravertis. Il faut noter à ce niveau qu'un certain nombre d'études récentes ont montré que la dimension extraversion n'était pas unitaire, et composée d'au moins deux sous-dimensions: l'impulsivité et la sociabilité. Il semble que les relations entre extraversion et activation soient entièrement liées à la sous-dimension impulsivité.

Le névrosisme déterminerait quant à lui la réactivité de l'activation à un stressor donné: le niveau d'activation varie modérément chez un sujet stable, et de manière plus importante chez un sujet névrotique.

Par rapport à des activités de précision telles que le tir à l'arc, requérant un faible niveau d'activation, on peut donc faire l'hypothèse que les sujets extravertis (ou impulsifs) et stables auront moins de problèmes d'ajustement et de meilleures performances. Certaines études semblent confirmer cette prédiction en ce qui concerne la stabilité émotionnelle (les tireurs et archers ont de faibles scores d'anxiété), mais pas pour l'extraversion (les résultats sont moyens, sans tendance marquée vers l'extraversion ou l'introversion).

On peut également noter à ce niveau les travaux de Zuckerman (1983) sur la recherche de sensation (*sensation seeking*). Selon l'auteur, un "sensation seeker" est un individu caractérisé par "un besoin élevé d'intenses formes de stimulations et d'expériences nouvelles, complexes et variées" (Zuckerman, 1990). L'auteur a mis au point un questionnaire spécifique (*sensation seeking scale*, SSS), évaluant les sujets selon quatre facteurs intervenant dans la recherche de sensation: la recherche d'aventure, la désinhibition (c'est-à-dire la tendance à exprimer ses pulsions), la recherche d'expériences inédites, et la susceptibilité à l'ennui. Zuckerman inscrit son approche dans une conception biologique de la personnalité. Ce trait est très proche de l'extraversion. On a pu montrer que les sportifs investis dans des activités à risque présentaient de hauts niveaux de recherche de sensation.

Les postulats d'Eysenck ont été révisés par certains auteurs (Blake, 1967; Horne & Östberg, 1977; Revelle *et al.*, 1980) pour lesquels introvertis et extravertis ne diffèrent pas en terme de niveau basal d'activation mais dans la phase de leur rythme journalier d'activation: les extravertis sont moins activés que les introvertis le matin, mais plus activés que les introvertis dans la soirée. Dans ce sens, l'extraversion ou l'impulsivité sont proches de la dimension matinalité/vespéralité. Ceci peut expliquer pourquoi les études sur la personnalité des archers ou des tireurs n'ont pas mis en évidence de scores particulièrement élevés d'extraversion.

Apter (1982) a proposé une nouvelle lecture des relations entre personnalité, activation et performance (**Figure 18**). Selon l'auteur, les relations entre activation et émotion sont très complexes et ne peuvent être expliquées de manière satisfaisante par les théories de l'optimum. Tout dépend de la manière dont l'individu va percevoir son niveau d'activation. Un faible niveau d'activation pourra être vécu comme un état calme et apaisant, ou à l'inverse comme un état profondément ennuyeux. De manière similaire un haut niveau d'activation pourra être ressenti comme un stress insupportable, ou à l'inverse comme une excitation agréable.

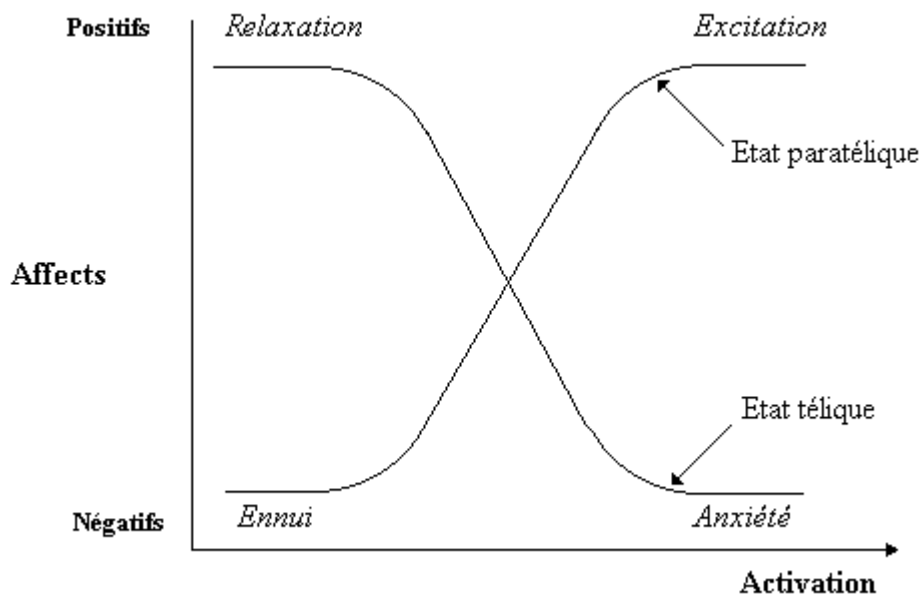


Figure 18: Reversal Theory: Relations entre activation et affect, en fonction de l'état métamotivationnel du sujet

Ces relations entre activation et émotion sont l'expression d'états métamotivationnels différenciés: Les sujets en état *télique* préfèrent les faibles niveaux d'activation, présentent des comportements très planifiés. Les sujets en état *paratélique* à l'inverse recherchent les hauts niveaux d'activation, et leurs comportements sont ludiques et spontanés. Ces états métamotivationnels ne sont pas stables, et un sujet donné est susceptible de passer brusquement de l'un à l'autre (Apter utilise à ce propos le terme *reversal*, revirement). Néanmoins un sujet est caractérisé par une dominance, qui organise en majorité son comportement. Sveback & Kerr (1989) ont montré que la dominance télélique était un élément déterminant dans la préférence pour des activités sportives "explosives" et incertaines (paratéliques), ou répétitives et planifiées (téliques).

Cette théorie suggère que les relations entre activation et performance sont très variables d'un individu à l'autre, et susceptibles de variations, d'un moment à l'autre, pour un même sujet. Kerr (1987) estime que les sportifs peuvent apprendre à maîtriser leur état métamotivationnel, voire à déclencher les "revirements" nécessaires à l'installation de l'état motivationnel requis par la situation.

### 2.4.3. Anxiété et effort.

Dans les théories classiques de la motivation d'accomplissement, l'anxiété est considérée comme synonyme du motif d'évitement (Atkinson, 1974). Cette idée est reprise par Humphreys et Revelle (1984), pour lesquels l'anxiété accroît d'une part le niveau d'activation, et d'autre part la motivation d'évitement, réduisant par là l'investissement d'effort.

#### 2.4.4. Impulsivité et effort.

Le modèle d'Humphreys et Revelle (1984) permet de faire une prédiction relative à l'influence de l'impulsivité sur l'efficacité des incitations de performance. Selon les auteurs, les sujets peu impulsifs seraient caractérisés, du moins en début de journée, par un niveau d'activation plus élevé que les impulsifs. Les sujets peu impulsifs, dans les tâches de transfert d'information, devraient se situer plus près que les impulsifs de la zone de limitation par les données, et de ce fait devraient peu bénéficier de l'accroissement de l'effort. A l'inverse les sujets impulsifs, à cause de leur faible niveau d'activation, se situeraient dans une zone de limitation par les ressources, et tireraient bénéfice des incitations de performance. L'impulsivité renvoyant à un décalage dans la phase du rythme journalier d'activation, cette prédiction serait inversée en fin de journée.

#### Bibliographie

- Atkinson, J.W. (1974). Strength of motivation and efficiency of performance. In J.W. Atkinson & J.O. Raynor (Eds.), *Motivation and Achievement* (pp. 193-218). Washington, DC: V.H. Winston.
- Atkinson, J.W., & Reitman, W.R. (1956). Performance as a function of motive strength and expectancy of goal-attainment. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, **53**, 361-366.
- Bavelas, J., & Lee, E.S. (1978). Effects of goal level on performance: a trade-off of quantity and quality. *Canadian Journal of Psychology*, **32**, 219-240.
- Borg, G., Bratfisch, O., et Dornic, S. (1971a). On the problems of perceived difficulty. *Scandinavian Journal of Psychology*, **12**, 249-260.
- Broadbent, D.E. (1958). *Perception and communication*. London: Pergamon Press.
- Delignières, D. (1993a). La perception de l'effort et de la difficulté. In J.P. Famose (Ed.), *Cognition et performance* (pp. 183-218). Paris: Publications INSEP.
- Deci, E.L. (1975). *Intrinsic Motivation*. New-York: Plenum.
- Dornic, S., Sarnecki, M.M., Larsson, T.J., & Svensson, J.C. (1974). *Performance and perceived difficulty: the effect of noise and distraction*. Reports from the Institute of Applied Psychology, University of Stockholm, n°51.
- Frowein, H.W. (1981a). XX
- Frowein, H.W. (1981b). Effects of two counteracting stresses on the reaction process. In D.A. Baddeley & J.L. Long (Eds), *Attention and Performance IX*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gaillard, A.W.K. (1993). Comparing the concepts of mental load and stress. *Ergonomics*, **36**, 991-1005.
- Gopher, D. (1986). In defence of resources: on structures, energies, pools and the allocation of attention. In G.R.J. Hockey, A.W.K. Gaillard, & M.G.H. Coles (Eds.), *Energetics and Human Information Processing* (pp. 353-371). Dordrecht: Martinus Nijhoff.
- Heider, F. (1958). *The psychology of interpersonal relations*. New York: Wiley.
- Horne, J.A. & Östberg, O. (1977). Individual differences in human circadian rhythms. *Biological Psychology*, **5**, 179-190.
- Humphreys, M.S. et Revelle, W. (1984). Personality, motivation, and performance: a theory of the relationship between individual differences and information processing. *Psychological Review*, **91**, 153-184.

- Jennings, J.R. (1986). Do cardiovascular changes indicate energetic support of information processing? In G.R.J. Hockey, A.W.K. Gaillard, & M.G.H. Coles (Eds.), *Energetics and Human Information Processing* (pp. 199-216). Dordrecht: Martinus Nijhoff.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Kukla, A. (1972). Foundations of an attributional theory of performance. *Psychological Review*, **79**, 454-470.
- Laplace, D., Audiffren, M., & Alain, C. (1993). Arguments en faveur de l'influence de la pression temporelle sur l'étape de sélection de la réponse. *Actes de Vèmes Journées Internationales d'Automne de l'ACAPS* (pp. 217-218). Caen: ACAPS.
- LaRue, J. (1993). *Effets localisés de différentes conditions de stress sur les étapes de traitement de l'information*. Thèse de Doctorat non publiée, Laurentian University.
- Locke, E.A. (1968). Toward a theory of task motivation and incentives. *Organic Behavior and Human Performance*, **3**, 157-189.
- Mulder, G. & Mulder-Hajonides van der Meulen, W.R.E.H. (1973). Mental load and the measurement of heart rate variability. *Ergonomics*, **16**, 69-83.
- Nicholls, J.G. (1983). Conceptions of ability and achievement motivation: a theory and its application for education. In S.G. Paris, G.M. Olson et H.W. Stevenson, *Learning and motivation in the classroom*. Hillsdale: Erlbaum.
- Nicholls, J.G. (1984). Conceptions of ability and achievement motivation. In R. Ames et C. Ames, *Research on motivation in education: student motivation* (vol. 1). New York: Academic Press.
- Norman, D.A. & Bobrow, D.J. (1975). On data-limited and resource-limited processes. *Cognitive Psychology*, **7**, 44-64.
- Pribam, K.H. & McGuinness, D. (1975). Arousal, activation and effort in the control of attention. *Psychological Review*, **82**, 116-149.
- Sanders, A.F. (1983). Towards a model of stress and human performance. *Acta Psychologica*, **53**, 64-97.
- Sanders, Wijnen et van Arkel (1982). XX
- Steers, R.M., & Porter, L.W. (1974). The role of task-goal attributes in employee performance. *Psychological Bulletin*, **81**, 434-452.
- Sternberg, S. (1969). The discovery of processing stages. *Acta Psychologica*, **30**, 276-315.
- Zwaga, H.J.G. (1973). Psychophysiological reactions to mental tasks: Effort or stress? *Ergonomics*, **16**, 61-67.